植物分类学报 42(6):513－523(2004)
Acta Phytotaxonomica Sinica

中国冰岛蓼属植物花粉形态的研究

[1]周忠泽* [2]张小平 [1]许仁鑫

[1](安徽大学生命科学学院 合肥 230039)

[2](安徽师范大学生命科学学院 芜湖 241000)

Pollen morphology of *Koenigia* from China

[1]ZHOU Zhong-Ze* [2]ZHANG Xiao-Ping [1]XU Ren-Xin

[1](*School of Life Sciences*, *Anhui University*, Hefei 230039, China)

[2](*School of Life Sciences*, *Anhui Normal University*, Wuhu 241000, China)

Abstract Pollen morphology of nine species in *Koenigia* L. from China was examined under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). The pollen grains are 7(－8)-zonocolpate, pantocolpate, or pantoporate in aperture, spheroidal in shape, 17.0－32.5 μm in diameter (including the length of spinules). The ornamentation of exine is prominently spinulose. Based on their features of apertures and exine sculpturing, the pollen grains can be divided into three types, i.e., *Delicatulum*-type, *Forrestii*-type and *Koenigia*-type. The *Delicatulum*-type is characterized by having 7(－8)-zonocolpate aperture, imperforate tectum and prominently spinulose exine ornamentation. Pollen grains of this type occur in one species, *K. delicatula* (Meisn.) Hara. The *Forrestii*-type is characterized by having 12-pantocolpate apertures, imperforate tectum and prominently spinulose exine ornamentation. Pollen grains of this type occur in two species, *K. forrestii* (Diels) Měsíček & Soják and *K. nummularifolia* (Meisn.) Měsíček & Soják. The *Koenigia*-type is characterized by having 15－, 20(－30)-pantoporate apertures, imperforate tectum and prominently spinulose exine ornamentation. Pollen grains of this type occur in six species, *K. cyanandra* (Diels) Měsíček & Soják, *K. fertilis* Maxim., *K. hubertii* (Lingelsh.) Měsíček & Soják, *K. islandica* L., *K. nepalensis* D. Don and *K. pilosa* Maxim. The present results show that the pollen morphology in *Koenigia* is of important systematic value. The generic status of *Koenigia* is supported; *Polygonum nummularifolium* and *P. forrestii* may be better transferred to the genus *Koenigia* from *Polygonum* sect. *Aconogonon* Meisn., while *P. cyanandrum*, *P. delicatulum*, *P. fertile*, *P. filicaule*, *P. hubertii*, *P. pilosum* transferred to the genus *Koenigia* from *Polygonum* sect. *Cephalophilon* Meisn.

Key words pollen morphology, *Koenigia*, Polygonaceae, China.

摘要 采用光学显微镜和扫描电镜对国产冰岛蓼属 *Koenigia* L. 9种植物的花粉形态进行了观察。结果表明:花粉均为球形;直径为17.0－32.5 μm(包括刺长);萌发孔有7(－8)赤道环沟、散沟、散孔;外壁纹饰均为刺状。根据萌发孔类型和外壁纹饰,将该属花粉划分为3种类型,即细冰岛蓼型(*Delicatulum*-type)、大连线冰岛蓼型(*Forrestii*-type)及冰岛蓼型(*Koenigia*-type)。细冰岛蓼型花粉的主要特征是具7(－8)赤道环沟,覆盖层无穿孔,外壁纹饰为显著的长刺状,此种类型的植物有细冰岛蓼 *K. delicatula* (Meisn.) Hara。大连线冰岛蓼型花粉的主要特征是具12散沟,覆盖层无穿孔,外壁纹饰为显著的长刺状,此种类型的植物有大连线冰岛蓼 *K. forrestii* (Diels) Měsíček & Soják 及连线冰岛蓼 *K. nummularifolia*

2004-01-14 收稿,2004-08-20 收修改稿。

基金项目:安徽省自然科学基金(99042411,03043102);安徽省学术和技术带头人后备人选项目基金;安徽大学青年骨干教师基金资助(Supported by the Natural Science Foundation of Anhui Province (Grant Nos. 99042411, 03043102), Special Fund for Candidates of Leading Scientists and Engineers in Anhui Province, and Fund for Distinguished Young Teachers of Anhui University)。

* 通讯作者(Author for correspondence. E-mail:zhzz@mars.ahu.edu.cn;Tel.:0551-5107354)。

(Meisn.) Měsíček & Soják。冰岛蓼型花粉的主要特征是具 15，20(-30)散孔，覆盖层无穿孔，外壁纹饰为显著的长刺状，此种类型的植物有冰岛蓼 *K. islandica* L.、蓝蕊冰岛蓼 *K. cyanandra* (Diels) Měsíček & Soják、线茎冰岛蓼 *K. nepalensis* D. Don、柔毛蓼 *K. pilosa* Maxim.、陕甘蓼 *K. hubertii* (Lingelsh.) Měsíček & Soják 及青藏蓼 *K. fertilis* Maxim.。结果表明冰岛蓼属的花粉形态具有重要的分类学意义，研究结果支持 *Koenigia* 的属的地位，大铜钱叶蓼 *Polygonum forrestii* Diels 和铜钱叶蓼 *P. nummularifolium* Meisn. 应从蓼属分叉蓼组 *Polygonum* L. sect. *Aconogonon* Meisn. 中移入冰岛蓼属中，细冰岛蓼、蓝蕊冰岛蓼、青藏蓼、陕甘蓼、线茎冰岛蓼和柔毛蓼应从蓼属头状蓼组 *Polygonum* L. sect. *Cephalophilon* Meisn. 中移入冰岛蓼属中。

关键词 花粉形态；冰岛蓼属；蓼科；中国

冰岛蓼属 *Koenigia* L. 狭义者有 1 种，即冰岛蓼 *K. islandica* L.，分布于北极及欧亚高山地区，南至喜马拉雅山区。广义者含 7-8 种，我国均有分布(李安仁，1998)。

Linnaeus 1767 年以冰岛蓼为模式建立冰岛蓼属。冰岛蓼属的分类等级及其应该包含有多少种的问题有过较长期的争议，通常将其作为一个属处理(Hedberg，1946；Löve & Sarkar，1957；Hara，1966；Měsíček & Soják，1973；吴征镒，1984)，包含 9 个种。Steward (1930)以及 Roberty 和 Vautier (1965)根据植物外部形态特征，也将其作为一个属处理，但只包含 1 个种，即冰岛蓼。Hooker (1896)则将其作为蓼属 *Polygonum* L. 下面的一个独立的组处理。

关于冰岛蓼属花粉形态的研究，曾有过一些报道(周忠泽等，2002；张小平，周忠泽，1998；Nowicke & Skvarla，1977，1979；Hedberg，1946)，如周忠泽等(2002)系统研究了中国蓼属分叉蓼组 sect. *Aconogonon* Meisn. 的花粉形态，研究结果支持将大铜钱叶蓼 *P. forrestii* Diels 和铜钱叶蓼 *P. nummularifolium* Meisn. 从蓼属分叉蓼组中移入冰岛蓼属中 张小平和周忠泽(1998)观察了冰岛蓼属 5 个种的花粉形态，同时划分出细冰岛蓼型(*Delicatulum*-type)作为多沟类花粉的代表，冰岛蓼型(*Koenigia*-type)作为散沟类花粉的代表，蓝蕊冰岛蓼型(*Cyanandra*-type)作为散孔类花粉的代表；Nowicke 和 Skvarla (1979a，b)观察了产于不同国家和地区的蓼科 Polygonaceae 100 种植物的花粉形态，包括冰岛蓼属的冰岛蓼、大连线冰岛蓼 *K. forrestii* (Diels) Měsíček & Soják 和蓝蕊冰岛蓼 *K. cyanandra* (Diels) Měsíček & Soják；Hedberg(1946)观察了广义蓼属 150 种植物的花粉形态，划分出了 10 个花粉类型，并编制了花粉类型检索表，但缺乏将花粉形态用于探讨系统分类问题的报道。在总结前人工作的基础上，我们采用光学显微镜和扫描电镜系统观察了国产冰岛蓼属 9 种植物的花粉形态，并探讨了其分类学意义。

1 材料和方法

材料来源见表 1，主要来自江苏省植物研究所标本馆(NAS)、南京大学生物系标本室(N)和中国科学院植物研究所标本馆(PE)的腊叶标本。

用于光镜观察的材料用 Erdtman 醋酸酐分解法处理。用玻璃棒取出少量已处理好的花粉，置于已放有一小块甘油胶的载玻片上，稍加热，使其熔化，然后将盖玻片稍烤热，迅速盖上。待甘油胶完全凝固，再用加拿大树胶将盖玻片周围的边封好，制成永久制片。然后在载玻片的右角贴上标签。每种花粉测量 30 粒，取其平均值、最大值和最小值，以示变化幅度。所有花粉玻片均存于安徽大学生命科学学院标本室(ANU)。

表 1　材料来源
Table 1　Source of materials

种名 Species	**采集地** Locality	**凭证标本** Voucher
细冰岛蓼 *Koenigia delicatula* (Meisn.) Hara	**四川，具体地点不详** without precise locality, Sichuan	**焦启源** (C. Y. Chiao) s. n (N)
大连线冰岛蓼 *K. forrestii* (Diels) Měsíček & Soják	**云南，具体地点不详** without precise locality, Yunnan	A. N. Steward s. n. (N)
连线冰岛蓼 *K. nummularifolia* (Meisn.) Měsíček & Soják	**西藏类乌齐** Riwoqê, Xizang	**杨竞生** (J. S. Yang) 91768 (PE)
蓝蕊冰岛蓼 *K. cyanandra* (Diels) Měsíček & Soják	**云南丽江** Lijiang, Yunnan	J. F. Rock 5935 (N)
青藏蓼 *K. fertilis* Maxim.	**甘肃西固** Xigu, Gansu	**王作宾** (T. P. Wang) 14811 (PE)
陕甘蓼 *K. hubertii* (Lingelsh.) Měsíček & Soják	**陕西太白山** Mt. Taibaishan, Shaanxi	**钟补求** (P. C. Tsoong) 2520 (PE)
冰岛蓼 *K. islandica* L.	**四川，具体地点不详** without precise locality, Sichuan	**四川省药源普查队** (Sichuan Med. Res. Exped.) 22514 (NAS)
线茎冰岛蓼 *K. nepalensis* D. Don	**四川巫溪** Wuxi, Sichuan	**杨光辉** (G. H. Yang) 59523 (NAS)
柔毛冰岛蓼 *K. pilosa* Maxim.	**四川西部** without precise locality, W Sichuan	**崔友文** (Y. W. Tsui) 5246 (PE)

用于扫描电镜观察的材料用 95% 乙醇自花药中洗出，然后在解剖镜下将花粉逐粒挑到粘有金属箔纸双面胶纸的铜台上，送入真空镀膜机中喷金，在 JSM-6300 型扫描电镜下观察、拍照并记录。

2　观察结果

2.1　冰岛蓼属花粉的形态特征

花粉粒圆球形，轮廓圆形，直径 17.0 – 32.5 μm（包括刺长）。体积最小的花粉见于冰岛蓼，直径为 17.0 μm；最大的花粉见于陕甘蓼，直径为 32.5 μm。花粉的萌发孔有 3 种：类型 I，具 7(– 8)赤道环沟，即 7(– 8)条沟，沿子午线排列；类型 II，具 12 散沟，沟的排列具一定的规律，一般每 4 条沟组成一个正方形，整个球面上具 6 个正方形，依次类推，一个典型的花粉有 12 条沟，即萌发孔位于立方体每条边的中央，沟长为 4 – 6 μm，宽 1 μm；类型 III，具散孔，孔 15 或 20 – 30，圆形，直径 1 μm。花粉萌发孔类型是冰岛蓼属花粉划分为 3 个花粉类型的依据。花粉外壁厚为 1.5 – 2.0 μm（不含刺长），外壁外层比内层略厚，或近等厚，柱状层基柱不明显。外壁纹饰为显著的长刺状，刺顶端锐尖，刺长 0.8 – 3.0 μm，刺基部直径为 0.8 – 1.3 μm。相邻两刺之间的距离为 0.5 – 3.0 μm，刺之间的外壁具微刺-凹穴或颗粒-凹穴。在蓼科中，冰岛蓼属花粉与其他属各类型花粉（张小平，周忠泽，1998；Nowicke & Skvarla，1977）相区别的最显著特征是外壁具显著的长刺状纹饰。

冰岛蓼属花粉的分种描述见表 2。

表 2　中国冰岛蓼属 9 种植物的花粉形态特征

Table 2　Pollen characteristics of nine species of *Koenigia* from China

种名 Species	**形状** Shape	**大小** Size (μm)	**萌发孔** Aperture	**外壁特征** Characteristics of exine				**图** Figure
				层次 Stratification	**厚度** Thickness (μm)	**纹饰** Ornamentation		
						光镜下刺长 Length of spinules under LM (μm)	**电镜下** Under SEM	
细冰岛蓼 *K. delicatula*	**球形** spherical	23.8 (22.1 – 25.5)	7(–8) **赤道环沟** 7(–8)-zonocolpate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	1.4 – 1.8	**显著刺状** prominently spinulose	1, 13
大连线冰岛蓼 *K. forrestii*	**球形** spherical	27.2 (23.8 – 28.9)	12 **散沟** 12-pantocolpate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	1.0 – 3.0	**显著刺状** prominently spinulose	3, 4, 14 – 16
连线冰岛蓼 *K. nummularifolia*	**球形** spherical	23.3 (21.5 – 25.0)	12 **散沟** 12-pantocolpate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	1.3 – 2.3	**显著刺状** prominently spinulose	2, 17, 18
蓝蕊冰岛蓼 *K. cyanandra*	**球形** spherical	23.8 (20.4 – 27.2)	20 – 30 **散孔** 20 – 30-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	2.0 – 2.5	**显著刺状** prominently spinulose	5, 19, 20
青藏蓼 *K. fertilis*	**球形** spherical	28.8 (27.5 – 30.0)	12 **散孔** 12-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	0.8 – 2.7	**显著刺状** prominently spinulose	6
陕甘蓼 *K. hubertii*	**球形** spherical	29.8 (27.5 – 32.5)	12 – 15 **散孔** 12 – 15-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	1.5	0.8 – 1.7	**显著刺状** prominently spinulose	7, 8, 21
冰岛蓼 *K. islandica*	**球形** spherical	18.5 (17.0 – 18.7)	12 – 15 **散孔** 12 – 15-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	0.8 – 1.3	**显著刺状** prominently spinulose	10
线茎冰岛蓼 *K. nepalensis*	**球形** spherical	21.7 (20.0 – 23.8)	15 **散孔** 15-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	2.0	0.9 – 1.7	**显著刺状** prominently spinulose	9, 22
柔毛冰岛蓼 *K. pilosa*	**球形** spherical	22.5 (21.2 – 25.0)	12 **散孔** 12-pantoporate	**二层,外层比内层略厚或等厚** 2-layered, sexine slightly thicker than or as thick as nexine	1.5	0.8 – 1.5	**显著刺状** prominently spinulose	11, 12, 23, 24

2.2 各类型花粉形态特征

2.2.1 细冰岛蓼型（*Delicatulum*-type） 花粉粒圆球形，赤道面观圆形，极面观7－8裂圆形，直径22.1－25.5 μm（包括刺长）。具7（－8）赤道环沟，即7（－8）条沟，沿子午线排列，具沟膜，沟长为极轴长的3/4，沟间区的赤道线上具3个刺。外壁厚2.0 μm（不含刺长），

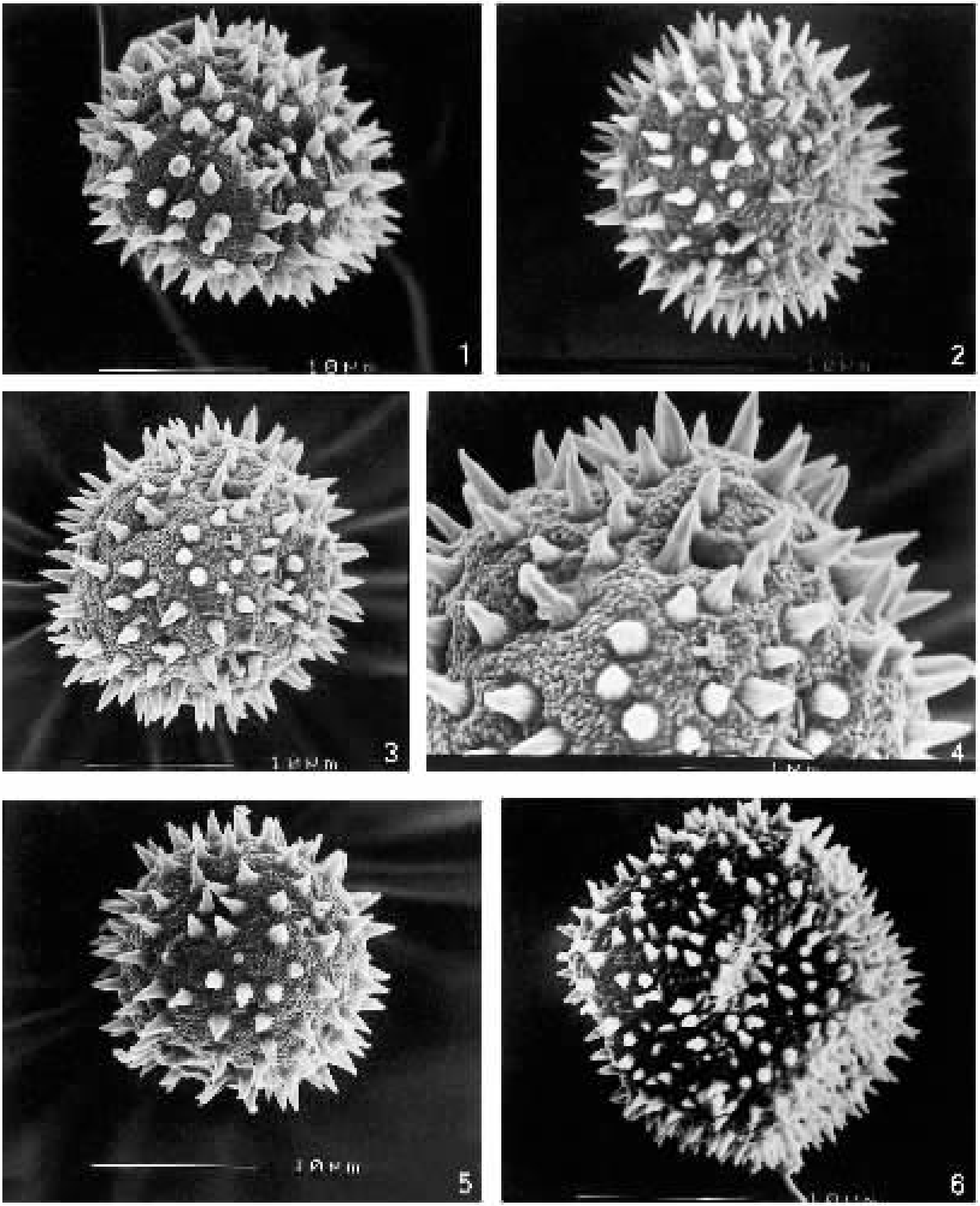

图1－6 扫描电镜下冰岛蓼属6种植物的花粉形态 1．细冰岛蓼。2．连线冰岛蓼。3，4．大连线冰岛蓼。5．蓝蕊冰岛蓼。6．青藏蓼。

Figs．1－6． SEM micrographs of pollen grains in six species of *Koenigia*． **1．** *K*． *delicatula*． **2．** *K*． *nummularifolia*． **3，4．** *K*． *forrestii*． **5．** *K*． *cyanandra*． **6．** *K*． *fertilis*．

外壁外层比内层略厚，柱状层基柱不明显。外壁纹饰为显著的刺状，刺顶端锐尖，刺长1.4－1.8 μm，刺基部直径 1.3 μm，相邻两刺之间的距离为 0.5－2.5 μm，刺之间的外壁具凹穴。

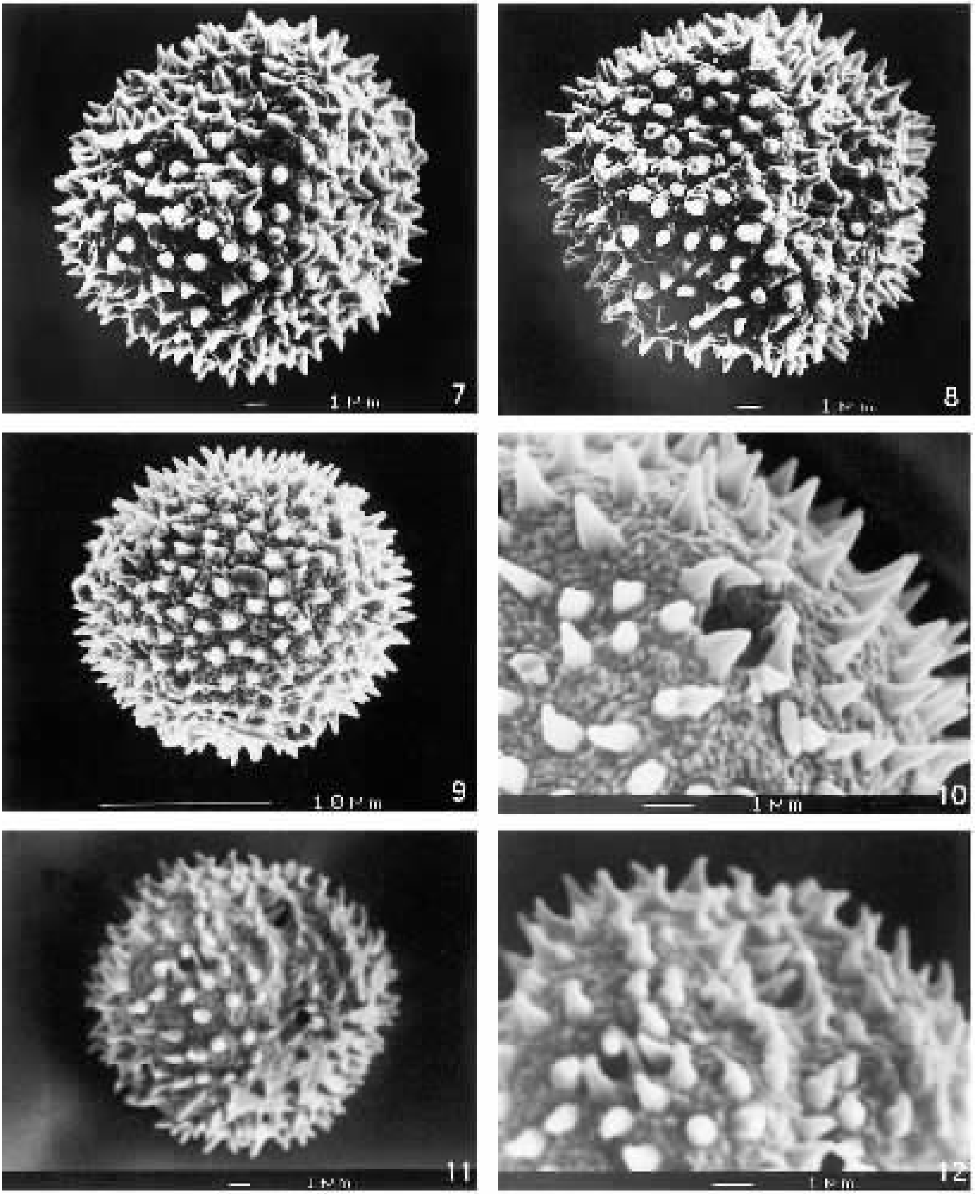

图 7－12 扫描电镜下冰岛蓼属 4 种植物的花粉形态 7，8. 陕甘蓼。9. 线茎冰岛蓼。10. 冰岛蓼。11，12. 柔毛冰岛蓼。

Figs. 7－12. SEM micrographs of pollen grains in four species of *Koenigia*. **7，8.** *K. hubertii*. **9.** *K. nepalensis*. **10.** *K. islandica*. **11，12.** *K. pilosa*.

属于本类型花粉的植物仅细冰岛蓼(图 1,13)1 种。

2.2.2　大连线冰岛蓼型(*Forrestii*-type)　花粉粒球形,轮廓圆形,直径 23.8 – 28.9 μm(包括刺长)。具 12 散沟,沟大小为(3 – 5) × 1 μm。沟的排列具一定的规律,即每 4 条沟组成一个正方形,整个球面上具 6 个正方形,因此每条沟为立方体的边。外壁厚为 1.5 – 2.0 μm(不含刺长),外壁外层比内层略厚,柱状层基柱不明显。外壁在沟的周围略下陷。其表面具刺状纹饰,刺顶端钝尖,刺长为 2.0 – 3.0 μm,相邻两刺之间的距离为 2.0 – 3.0 μm,刺之间的外壁密布微刺。

属于本类型花粉的植物有大连线冰岛蓼(图 3,4,14 – 16)、连线冰岛蓼(图 2,17,18)。

2.2.3　冰岛蓼型(*Koenigia*-type)　花粉粒球形,轮廓圆形,直径 17.0 – 32.5 μm(包括刺长)。具散孔,孔数有 15,20 – 30,孔圆形,孔径 1 μm,相邻两孔之间的距离为 4.5 – 6.5

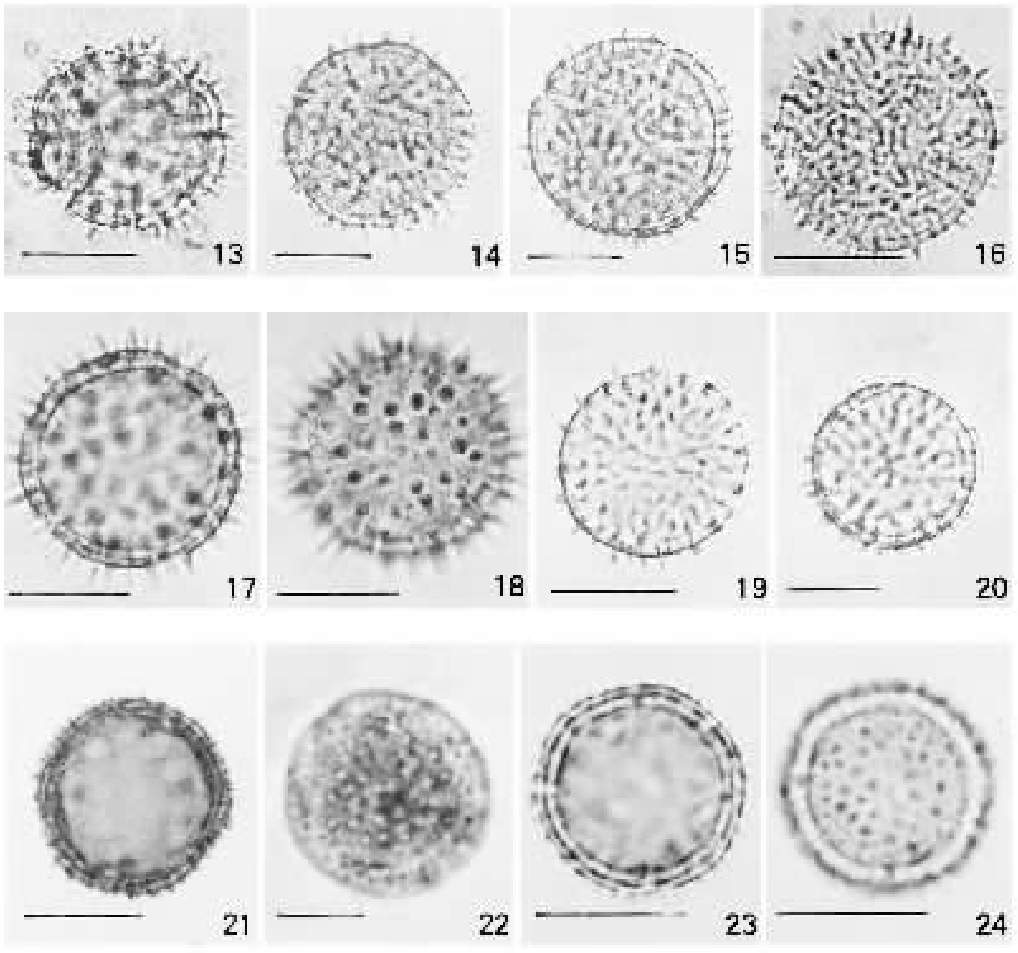

图 13 – 24　光镜下冰岛蓼属 7 种植物的花粉形态　13. 细冰岛蓼。14 – 16. 大连线冰岛蓼。17, 18. 连线冰岛蓼。19, 20. 蓝蕊冰岛蓼。21. 陕甘蓼。22. 线茎冰岛蓼。23, 24. 柔毛冰岛蓼。

Figs. 13 – 24. LM micrographs of pollen grains in seven species of *Koenigia*. **13.** *K. delicatula*. **14 – 16.** *K. forrestii*. **17, 18.** *K. nummularifolia*. **19, 20.** *K. cyanandra*. **21.** *K. hubertii*. **22.** *K. nepalensis*. **23, 24.** *K. pilosa*.
Bar = 10 μm.

μm。外壁厚 2.0 μm（不含刺长），外壁外层比内层略厚或近等厚。柱状层基柱不明显，外壁在孔的周围略下陷。花粉表面具明显的长刺状纹饰，刺顶端锐尖，刺长 1.3-2.5 μm，直径 0.8-1.3 μm，相邻两刺之间的距离为 1.0-2.8 μm，刺之间的外壁密布微刺或具稀疏的颗粒。

属于本类型花粉的植物有：蓝蕊冰岛蓼（图 5，19，20）、青藏蓼（图 6）、陕甘蓼（图 7，8，21）、冰岛蓼（图 10）、线茎冰岛蓼（图 9，22）、柔毛蓼（图 11，12，23，24）。

3 讨论

3.1 广义冰岛蓼属的花粉类型

根据前人及本文的观察结果，冰岛蓼型的花粉外壁纹饰虽然一致，但花粉萌发孔变异较大，有多沟型、散沟型和散孔型。Hedberg（1946）利用光学显微镜观察了 9 种植物的花粉形态，结果是仅 1 种小叶蓼 *Polygonum delicatulum* Meisn. 花粉具 8 赤道环沟；大铜钱叶蓼、铜钱叶蓼、青藏蓼及柔毛蓼 *P. pilosum*（Maxim.）Forb. & Hemsl. 4 种植物的花粉具 12 散沟，其中大铜钱叶蓼及铜钱叶蓼 2 种植物花粉的沟较大，为（4-6）× 1 μm，而青藏蓼及柔毛蓼 2 种植物花粉的沟较小，为（2-3）× 1 μm；蓝药蓼 *P. cyanandrum* Diels、细茎蓼 *P. filicaule* Wall. ex Meisn. 及陕甘蓼 *P. hubertii* Lingelsh. 3 种植物的花粉具散孔，孔圆形，直径为 1 μm；冰岛蓼的花粉萌发孔有 2 种类型，采自中国西藏标本材料上的花粉具 12 散沟，沟大小 3 × 1 μm，采自丹麦格陵兰岛标本材料上的花粉具散孔。张小平和周忠泽（1998）曾采用 Hedberg 早期的概念，将冰岛蓼的花粉归于散沟型，并命名冰岛蓼型（*Koenigia*-type），作为具散沟花粉类型的代表。实际上，在扫描电子显微镜下，Hedberg 早期所观察的 5 种具散沟型花粉的植物，除了大铜钱叶蓼及铜钱叶蓼 2 种花粉萌发孔为散沟外，其他 3 种，即青藏蓼、柔毛蓼及冰岛蓼的花粉萌发孔均为明显的散孔型。因此，周忠泽等（1999，2002）在系统研究中国蓼科花粉时，认为冰岛蓼属植物花粉外壁纹饰虽然比较一致，但该属花粉萌发器官有具 7（-8）赤道环沟、散沟（12）和散孔（15，20-30）3 个类型，据此，应将冰岛蓼属植物花粉分为 3 个花粉类型：细冰岛蓼型、大连线冰岛蓼型、冰岛蓼型，并对 Hedberg（1946）所观察的 9 种植物的花粉所属类型做了调整，即将冰岛蓼花粉置于散孔类型，并与另 5 种具散孔型的青藏蓼、柔毛蓼、蓝药蓼、细茎蓼及陕甘蓼的花粉一起命名为冰岛蓼型，作为散孔类花粉的代表，而取消原蓝蕊冰岛蓼型作为散孔类花粉的代表。同时，将原来具散沟花粉的大连线冰岛蓼、连线冰岛蓼的花粉一起命名为大连线冰岛蓼型，作为散沟类花粉的代表，而取消原冰岛蓼型作为散沟类花粉的代表。同时沿用细冰岛蓼型（张小平，周忠泽，1998）作为多沟类花粉代表。

3.2 广义冰岛蓼属花粉特征的系统学意义

3.2.1 花粉特征支持广义冰岛蓼属的建立 Steward（1930）依据植物体的形态特征，如花的着生位置与花序类型，果被具翅与否，植株分枝与否，有无肉质或木质坚硬根茎，茎直立与缠绕、是否具倒刺，叶片有无关节及叶基形状，托叶鞘形状，柱头形状与是否宿存，瘦果形状等，将蓼族 Polygoneae 分为 3 个属，即金线草属 *Antenoron* Rafin.、冰岛蓼属和蓼属。根据 Steward（1930）的观点，冰岛蓼属仅有 2 种：冰岛蓼和青藏蓼。Hedberg（1946）根据花粉外壁具刺状纹饰这一共同特点，将 Steward（1930）的广义蓼属分叉蓼组的大铜钱叶蓼及铜钱

叶蓼和头状蓼组 sect. *Cephalophilon* Meisn. 的蓝药蓼、小叶蓼、细茎蓼、陕甘蓼及柔毛蓼一起并入冰岛蓼属，并将以上 9 个种的花粉归为一个花粉类型，即冰岛蓼型。具冰岛蓼型花粉的 9 种植物以其标志特征——花粉粒具多沟、散沟、散孔和外壁纹饰为明显的长刺状的花粉形态；独特的 2 – 3 分离的极短花柱、柱头头状的花部特征；植物体具假二叉状分枝的外部形态特征，而与蓼族其他属易于区别。蓼属的萹蓄组 sect. *Avicularia* Meisn. 花粉的主要特征是花粉粒具 3 孔沟、外壁纹饰为颗粒-穴状；蓼属的拳参组 sect. *Bistorta*（Adans.）D. Don 花粉的主要特征是花粉粒具 3 孔沟、外壁纹饰为颗粒-穿孔；蓼属的蓼组 sect. *Polygonum*、头状蓼组及刺蓼组 sect. *Echinocaulon* Meisn. 等 3 组花粉的主要特征是花粉粒的外壁纹饰为粗网状。何首乌属 *Fallopia* Adans. 的部分种、虎杖属 *Reynoutria* Houtt.、荞麦属 *Fagopyrum* Mill. 及翼蓼属 *Pteroxygonum* Damm. & Diels 的花粉都具 3 孔沟，外壁纹饰为细网状。金线草属花粉具散沟，外壁纹饰为细网状（周忠泽等，1999，2000）。因此本文支持 Hedberg（1946）以及 Měsíček 和 Soják（1973）将花粉外壁具刺状纹饰的这一类 9 种植物归为冰岛蓼属的观点。

3.2.2 花粉特征与一些种类的亲缘关系 《中国植物志》（李安仁，1998）将小叶蓼放入蓼属头状蓼组中。该种植物的花粉因具多沟，外壁纹饰为明显的长刺状，属于细冰岛蓼型（周忠泽等，1999），与典型的头状蓼组的具 3 沟、外壁表面具明显的粗网状纹饰的花粉不同。在外部形态上，小叶蓼为一年生矮小草本，叶卵形；花柱 3，极短。其分布区为我国西南部的四川、云南及西藏 3 省区，生境为海拔 2600 – 4300 m 以上的山顶草甸、山坡草地。这些特征都与典型的冰岛蓼属一致，因此我们认为将小叶蓼从蓼属头状蓼组中分出，归入冰岛蓼属更为合理。事实上，已有研究结果将小叶蓼归入冰岛蓼属（Měsíček & Soják，1973；吴征镒，1984），命名为细冰岛蓼 *K. delicatula*（Meisn.）Hara。

《中国植物志》（李安仁，1998）将大铜钱叶蓼和铜钱叶蓼放入蓼属分叉蓼组中。但这 2 种植物的花粉具 12 散沟，外壁表面具明显的长刺状纹饰，属于大连线冰岛蓼型（周忠泽等，1999），与典型的分叉蓼组的具 3 沟或 6 散沟、外壁表面具明显的微刺-穴状纹饰的花粉不同。在外部形态上，大铜钱叶蓼和铜钱叶蓼为多年生矮小草本；茎匍匐，丛生；叶圆形或肾形；花柱 2 – 3，极短。其分布区为我国西南部的四川、贵州、云南及西藏 4 省区和印度、锡金、不丹、缅甸北部，生境为海拔 3300 – 4800 m 以上的山顶草甸、山坡草地。这些特征表明二者的亲缘关系可能较近，而且都与典型的冰岛蓼属一致，因此我们认为将这 2 个种从分叉蓼组中分出，仍归入冰岛蓼属（周忠泽等，2002）更为合理。事实上，已有研究结果将大铜钱叶蓼和铜钱叶蓼归入冰岛蓼属（Měsíček & Soják，1973；吴征镒，1984），分别命名为大连线冰岛蓼 *K. forrestii*（Diels）Měsíček & Soják 和连线冰岛蓼 *K. nummularifolia*（Meisn.）Měsíček & Soják。

《中国植物志》（李安仁，1998）将青藏蓼、柔毛蓼、蓝药蓼、细茎蓼及陕甘蓼放入头状蓼组中。但这 5 种植物的花粉具散孔，外壁表面具明显的长刺状纹饰，属于冰岛蓼型（周忠泽等，1999），与典型的蓼属头状蓼组的具 3 沟、外壁表面具明显的粗网状纹饰的花粉不同。在外部形态上，青藏蓼、柔毛蓼、蓝药蓼、细茎蓼及陕甘蓼为一年生矮小草本，叶宽卵形、卵形、长卵形或椭圆形；花柱 2 – 3，极短。其分布区为我国四川、云南、西藏、陕西、甘肃和青海，生境为海拔 2200 – 4800 m 以上的山顶草甸、山坡草地。这些特征表明它们的

亲缘关系可能较近，而且都与典型的冰岛蓼属一致，因此我们认为将这5个种从头状蓼组中分出，归入冰岛蓼属更为合理。

3.3 冰岛蓼属花粉萌发孔特征的演化趋势

冰岛蓼型的花粉外壁纹饰是比较一致的，都具长刺状纹饰，反映了这3种类型花粉之间的亲缘关系较近。但是，它们的花粉萌发孔发生了变异，可以明显地区分为3类。类型Ⅰ，即细冰岛蓼型，具7(－8)赤道环沟，即7(－8)条沟，沿子午线排列。这种类型的植物仅细冰岛蓼1种。类型Ⅱ，即大连线冰岛蓼型，具12散沟，萌发孔位于立方体每条边的中央。这种类型的植物有大连线冰岛蓼和连线冰岛蓼2种。类型Ⅲ，即冰岛蓼型，具15，20－30散孔，孔圆形。这种类型的植物有蓝蕊冰岛蓼、青藏蓼、陕甘蓼、冰岛蓼、线茎冰岛蓼和柔毛蓼6种。已有的孢粉学资料表明，萌发孔类型的演化趋势有两类(Van Campo，1967，1976)，其中简单萌发孔为3沟→多沟→散沟→散孔。因此，冰岛蓼属的3种花粉类型的演化趋势可能为细冰岛蓼型→大连线冰岛蓼型→冰岛蓼型。细冰岛蓼的花粉具7(－8)多沟，可能是冰岛蓼属中原始的类群。大连线冰岛蓼和连线冰岛蓼的花粉具12散沟，可能是冰岛蓼属中由原始向进化类型过渡的类群。蓝蕊冰岛蓼、青藏蓼、陕甘蓼、冰岛蓼、线茎冰岛蓼和柔毛蓼6种植物的花粉具15以及20－30散孔，可能是冰岛蓼属中较进化的类群。

3.4 冰岛蓼属花粉类型的地理分布趋势

对冰岛蓼属3个花粉类型及其种的分布进行统计分析，结果表明中国西南部的四川、云南和西藏不仅包括了冰岛蓼属最为原始的花粉类型，即细冰岛蓼型，而且也是花粉类型和物种最为丰富的地区。在这一地区分布有冰岛蓼属中具最为原始的花粉类型——细冰岛蓼型的植物细冰岛蓼，而且也分布有处于不同演化阶段的花粉类型的植物，即过渡类型的大连线冰岛蓼型的植物大连线冰岛蓼和连线冰岛蓼，最进化类型的冰岛蓼型的6个种。因此，根据孢粉地理学的研究方法(周忠泽，张小平，2000)，可以推测中国的西南部可能是冰岛蓼属植物的多度中心和多样化中心，也可能是冰岛蓼属的起源地。

参考文献

Hara H. 1966. Taxonomic comparison between corresponding taxa of Spermatophyta in Eastern Himalaya and Japan. In: Hara H ed. The Flora of Eastern Himalaya. Tokyo: University of Tokyo Press. 627－657.

Hedberg O. 1946. Pollen morphology in the genus *Polygonum* L. s.lat. and its taxonomical significance. Svensk Botanisk Tidskrift 40: 371－404.

Hooker J D. 1886. The Flora of British India. London: Reeve and Co. 5: 24.

Li A-R (**李安仁**). 1998. Polygonaceae. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae (**中国植物志**). Beijing: Science Press. 25 (1): 82－96.

Linnaeus C. 1767. Mantissa Plantarum (Prima): 35. Stockholm.

Löve A, Sarkar P. 1957. Chromosomes and relationships of *Koenigia islandica*. Canadian Journal of Botany 35: 507－514.

Měsíček J, Soják J. 1973. Karyological and taxonomic observations on *Dracocephalum foetidum* Bunge and *Koenigia islandica* L. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica (Praha) 8: 105－112.

Nowicke J W, Skvarla J J. 1977. Pollen morphology and relationship of the Plumbaginaceae, Polygonaceae, and Primulaceae to the order Centrospermae. Smithsonian Contributions to Botany 37: 1－64.

Nowicke J W, Skvarla J J. 1979. Pollen morphology: the potential influence in higher order systematics. Annals of

the Missouri Botanical Garden 66: 633 – 700.

Roberty G, Vautier S. 1964. Les genres de Polygonacées. Boissiera 10: 7 – 128.

Steward A N. 1930. The Polygoneae of Eastern Asia. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University 5 (88): 1 – 129.

Van Campo. 1966. Pollen et phylogenie. Les breviaxes. Pollen et Spores 8: 57 – 73.

Van Campo. 1976. Patterns of pollen morphological variation within taxa. In: Ferguson I K, Muller J eds. The Evolutionary Significance of the Exine. Linnean Society Symposium Series 1: 125 – 137.

Wu C-Y (吴征镒). 1984. Index Flora Yunnanensis (云南种子植物名录). Kunming: Yunnan People's Publishing House. 1: 265 – 285.

Zhang X-P (张小平), Zhou Z-Z (周忠泽). 1998. A study on pollen morphology and its phylogeny of Polygonaceae in China. Hefei: Press of University of Science and Technology of China.

Zhou Z-Z (周忠泽), Lu R-L (鲁润龙), Zheng Y-Y (郑艳燕). 1999. Parallel evolution of aperture numbers and arrangement of Polygonaceae in China. Journal of University of Science and Technology of China (中国科学技术大学学报) 29: 569 – 577.

Zhou Z-Z (周忠泽), Xu R-X (许仁鑫), Zhuang Y-L (庄永龙), Lin Z-Q (林中清). 2000. Studies on pollen exine ultrastructure of the Polygonaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 38: 446 – 451.

Zhou Z-Z (周忠泽), Zhang X-P (张小平). 2000. General method of palyno-geography. Scientia Geographica Sinica (地理科学) 20: 172 – 175.

Zhou Z-Z (周忠泽), Tao H-L (陶汉林), Ban Q(班勤), Xu R-X (许仁鑫), Li Y-C (李玉成). 2002. Pollen morphology of *Polygonum* section *Aconogonon* Meisn. in China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 40: 110 – 124.